

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10300797  
PUBLICATION DATE : 13-11-98

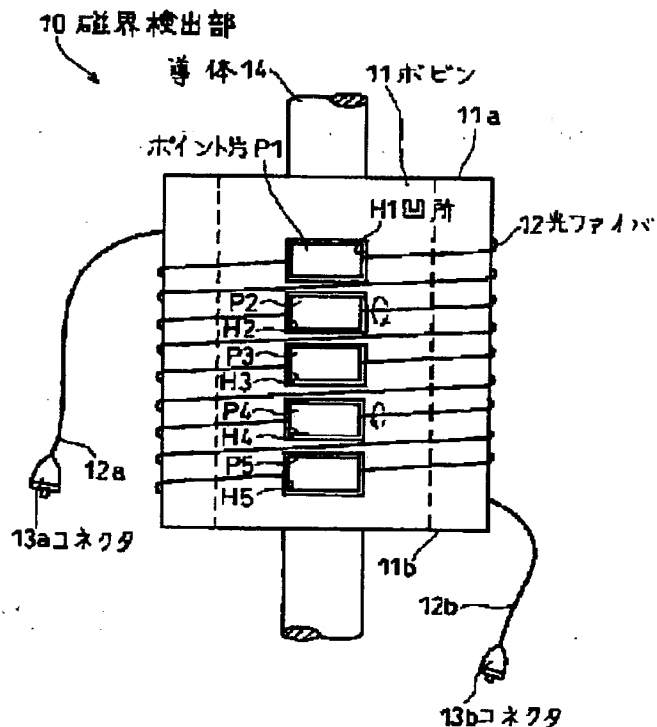
APPLICATION DATE : 23-04-97  
APPLICATION NUMBER : 09106306

APPLICANT : NISSIN ELECTRIC CO LTD;

INVENTOR : KUMEGAWA HIROSHI;

INT.CL. : G01R 15/24 G01R 19/00 G01R 33/032

TITLE : OPTICAL FIBER CURRENT SENSOR



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To improve characteristics of measurement errors to vibrations and changes of surrounding temperatures in an optical fiber current sensor which has an optical fiber of a single mode wound around a conductor and measures a current running in the conductor from a rotational angle of a polarization plane of light in the optical fiber.

**SOLUTION:** A plurality of point elements P1, P2... are provided via an equal distance at an optical fiber 12. The optical fiber 12 between the point elements is twisted in opposite directions at adjacent segments. Even when a vibration source and a heat source are located at any of one end part 11a and the other end part 11b of a bobbin 11, influences of a double refraction are negated and measurement errors can be reduced.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-300797

(43) 公開日 平成10年(1998)11月13日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

G 0 1 R 15/24  
19/00  
33/032

G 0 1 R 15/07  
19/00  
33/032

B  
V

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-106306

(22) 出願日 平成9年(1997)4月23日

(71) 出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72) 発明者 久米川 宏

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日新電機株式会社内

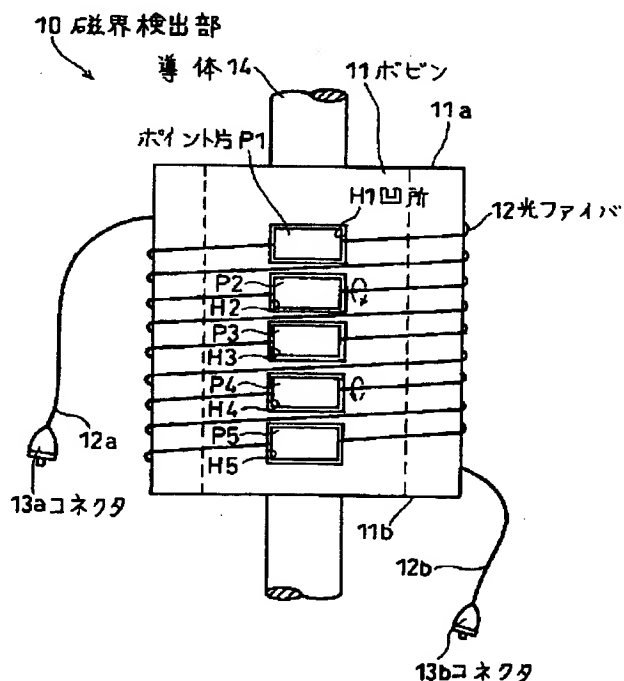
(74) 代理人 弁理士 原 謙三

(54) 【発明の名称】 光ファイバ電流センサ

(57) 【要約】

【課題】 導体14の周りにシングルモードの光ファイバ12を巻回し、その光ファイバ12内の光の偏波面の回転角から、導体14を流れる電流を測定するようにした光ファイバ電流センサにおいて、振動や周囲温度変化に対する測定誤差の特性を改善する。

【解決手段】 光ファイバ12に等間隔に複数のポイント片P1、P2…を設け、それらのポイント片間の光ファイバ12の捻り方向が、隣接する区間で相互に逆方向となるようにする。これによって、振動源や熱源がボビン11の一端部11a側と、他端部11b側との何れにあっても、複屈折の影響を打消し、測定誤差を低減することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】導体の周囲に巻回した磁気光学効果を有する光ファイバを利用して前記導体の通電電流を測定する光ファイバ電流センサにおいて、前記光ファイバに捻りを加えることができる捻り発生部材を複数設け、各捻り発生部材の捻り方向を交互とすることを特徴とする光ファイバ電流センサ。

【請求項2】捻り方向が一方方向である区間の長さと、他方方向である区間の長さを相互に等しくすることを特徴とする請求項1記載の光ファイバ電流センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、送電線等の導体に流れる電流を、磁気光学効果を有する光ファイバを利用して検出する光ファイバ電流センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、超高圧系の送電線路の電流を測定するにあたって、絶縁性や耐ノイズ性に優れた上記光ファイバを用いた電流センサが各種提案されている。この光ファイバ電流センサでは、導体の周囲に巻回したシングルモードの光ファイバに直線偏光した光を入射しておき、偏光面が、磁界、すなわち電流に比例した回転角に回転した出射光を検光子を介して受光することによって、電流変化を光量変化として検出可能であることを利用している。

【0003】このような光ファイバ電流センサにおいて、光ファイバの真円度のずれや巻回時の応力などによって生じる複屈折および光ファイバ自体が有する光弾性定数の大きさに起因して、振動が加わると、測定結果が大きく変動するという問題がある。したがって、遮断器の動作時や地震などによって測定結果に大きな誤差が生じてしまうという問題があり、従来から、たとえば特開平7-167931号公報で示されるように、光ファイバに捻りを加えることによって、前記巻回時に発生する複屈折を打消すことが行われている。

【0004】光ファイバ電流センサは、前記導体が遊挿することができる、たとえば直径10cm程度のボビンに、前記シングルモードの光ファイバが10～20回程度巻回されて構成されており、捻りが大きくなる程、曲率、すなわち巻回による影響を少なくすることができる。

【0005】しかしながら、一方方向にのみ捻っていたのでは、周囲温度の変化に対して生じる測定誤差の低減効果が少ないので、本件出願人は、先に特開平6-230039号公報で示すような他の従来技術を提案しており、これを図4および図5に示す。

【0006】図4および図5は、光ファイバ電流センサの磁界検出部の構造を示す図であり、図4はボビン1を導体2の軸直角断面で切断した断面図であり、図5はボビン1の正面図である。これら図4および図5で示すよ

うに、非磁性のボビン1の外周面に巻回されているシングルモードの光ファイバ3において、その中央位置付近に、該光ファイバ3の外径を拡大して把持することができるようミドルポイント片4が固着されており、このミドルポイント片4を把持することによって該光ファイバ3を捻ることが可能となっている。

【0007】このミドルポイント片4は、ボビン1に形成された凹所5内に収納されて、光ファイバ3に局所的な応力が加わらないように構成されている。ミドルポイント片4を前述のように捻ることによって、光ファイバ3の一端3a側から入射された光は、前記ミドルポイント片4までは、たとえば右回りに捻られた光ファイバ内を進行することになり、これに対して、ミドルポイント片4から他端3b側へ進行する光は、反対の左回りに捻られた光ファイバ内を進行することになる。このように、捻りの方向を左回りと右回りとに均等とすることによって、前記周囲温度変化に対する測定誤差の低減が図られている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述のような従来技術の光ファイバ電流センサでは、捻り量の分布が均一ではなく、前記ミドルポイント片4付近に集中する傾向があり、光ファイバ3の巻回長が長くなる程、その傾向は顕著になる。このため、熱源がボビン1の一端1a側にある場合と、他端1b側にある場合とで複屈折に差が生じ、前記測定誤差の改善効果が薄いという問題がある。

【0009】本発明の目的は、測定誤差の振動や温度に対する特性を向上することができる光ファイバ電流センサを提供することである。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る光ファイバ電流センサは、導体の周囲に巻回した磁気光学効果を有する光ファイバを利用して前記導体の通電電流を測定する光ファイバ電流センサにおいて、前記光ファイバに捻りを加えることができる捻り発生部材を複数設け、各捻り発生部材の捻り方向を交互とすることを特徴とする。

【0011】上記の構成によれば、光ファイバの外径を拡大して捻りを与えることができる固着部材やコネクタなどの捻り発生部材を光ファイバに複数個設けて、一對の相互に隣接する区間の捻り量、すなわち捻り応力が均一となるようにし、かつ各捻り発生部材による捻り方向を交互とする。

【0012】したがって、光ファイバの全長に亘って、複屈折による影響を打消すことができ、熱源や振動源が該光ファイバの巻回されるボビンの一端側と他端側との何れにあっても、測定誤差を小さくすることができ、該測定誤差の振動や温度に対する特性を向上することができる。

【0013】また、請求項2の発明に係る光ファイバ電

流センサは、捻り方向が一方方向である区間の長さ、他方方向である区間の長さを相互に等しくすることを特徴とする。

【0014】上記の構成によれば、請求項1で示すようにして対を成す隣接区間の捻り応力を均一にした上で、さらに各捻り方向の合計長を等しく選ぶことによって、さらに振動や温度に対する測定誤差の特性を向上することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について、図1～図3に基づいて説明すれば以下の通りである。

【0016】図1は、本発明の実施の一形態の光ファイバ電流センサにおける磁界検出部10の正面図であり、図2はその磁界検出部10においてボビン11に巻回されている光ファイバ12を展開して示す図である。注目すべきは、本発明では、ボビン11に巻回されるシングルモードの光ファイバ12の両端部12a、12bにそれぞれ取付けられるコネクタ13a、13b間に、ほぼ均等に複数のポイント片P1、P2、…、PN ( $N=2n+1$ 、 $n$ は捻じる箇所数であり、 $n=1, 2, …$ 、図1および図2の例では $n=1$ 、すなわち $N=5$ 、以下この $N=5$ として説明する)が設けられていることである。

【0017】ボビン11の外周面には、各ポイント片P1、P2、…、P5に対応した凹所H1、H2、…、H5が形成されており、各ポイント片P1～P5はこれらの凹所H1～H5にそれぞれ嵌り込む。これによって、該ポイント片P1～P5の前後で光ファイバ12に局所的に応力が加わらないように構成されている。前記ポイント片P1～P5は、光ファイバ12の外径を拡張することができる固着部材やコネクタなどでもよく、該ポイント片P1～P5を把持して光ファイバ12に捻りを加えることができるものであればよい。ボビン11の直径は、たとえば10cmであり、これに対して光ファイバ12は、たとえば10～20回程度巻回されている。

【0018】このような磁界検出部10の構成において、奇数番目のポイント片P1、P3、P5が固定され、偶数番目のポイント片P2、P4は捻りが加えられた後、固定される。したがって、前記ポイント片P1～P5のうち、両端のポイント片P1、P5および中央のポイント片P3が、前記凹所H1、H5、H3内に嵌入されてそれぞれ固着された後、ポイント片P2には、たとえば右方向に10(回転/m)程度の捻りが与えられて固着され、これに対してポイント片P4には、反対の左方向に前記10(回転/m)の捻りが与えられて固着される。

【0019】これによって、たとえばコネクタ13a側から光が入射すると、その入射光はポイント片P1、P2間の区間で左回転して進行することになり、そのポイント片P1、P2間の区間と対を成すポイント片P2、

P3間の区間で右回転して進行することになる。したがって、光ファイバ12の前半区間Aにおいて光ファイバ12中で生じる複屈折は、右回転側の特性と左回転側の特性とで、絶対値が等しく方向が異なることになり、光の相反性によって打消されることになる。

【0020】同様に、ポイント片P3、P4間では光は右回転し、これに対してポイント片P4、P5間では左回転し、後半区間Bにおいても複屈折の影響は打消されることになる。また、区間Aと区間Bとを比較しても、区間Aと区間Bとは相互に対称であり、これらの区間A、B間でも複屈折の影響が打消されることになる。

【0021】なお、捻りの回数は全区間で均一となるようにしてもよく、または特定の対を成す区間、たとえば区間Aに対して区間Bを増減させるようにしてもよい。

【0022】以上のようにして、熱源や振動源がボビン11の一端部11a側と、他端部11b側との何れにあっても、前記複屈折の影響を打消することができ、測定誤差の振動や周囲温度変化に対する特性を向上することができる。

【0023】上述のように構成される磁界検出部10は、たとえば図3で示すような光ファイバ電流センサ21に用いることができる。

【0024】導体14に隣接配置される前記磁界検出部10に対して、継電器盤などの離間した位置に配置される送受光部22との間は、伝送部23によって接続されている。伝送部23は、一対のシングルモードの光ファイバ24、25から構成されている。

【0025】レーザダイオードやスーパーluminescenceダイオードなどで実現される前記送受光部22内の光源26からの光は、シングルモードの光ファイバ27ーコネクタ28a、29aー前記光ファイバ24ーコネクタ30a、13aを介して、前記光ファイバ12へ入射される。光ファイバ12からの出射光は、コネクタ13b、30bー光ファイバ25ーコネクタ29b、28bを介して、送受光部22内の偏光ビームスプリッタ31に入射される。

【0026】前記各光ファイバ27、24、12、25は、偏波面が相互に一致するように接続されている。また、前記光源26からの出射光の偏波面と、偏光ビームスプリッタ31の偏光方向とは、前記導体14に流れる電流が0であるときに相互に45°ずれた関係となるように、これら光源26および偏光ビームスプリッタ31の偏光方向の相対角度が定められている。

【0027】前記偏光ビームスプリッタ31において、透過光の出力部および反射光の出力部には、それぞれフォトダイオードなどからなる受光素子32、33が設けられている。これらの受光素子32、33は、入射光レベルに対応した電流を出力する光電変換を行う。前記受光素子32、33からの出力信号は、割算器34に入力される。割算器34は、受光素子32、33からの出力

の加算値に対する差分値の比率を求める。しがたって、同一レベルで検出される直流成分が除去され、かつほぼ一定の前記加算値に対して、前記差分値が導体14に流れる電流値に略比例し、こうして導体14に流れる電流の振幅および位相が測定され、その測定結果は保護継電器などへ与えられる。

【0028】

【発明の効果】請求項1の発明に係る光ファイバ電流センサは、以上のように、導体の周囲に巻回した磁気光学効果を有する光ファイバを利用して前記導体の通電電流を測定する光ファイバ電流センサにおいて、光ファイバの外径を拡大して捻りを発生することができる固着部材やコネクタなどの捻り発生部材を複数個設けて、一对の相互に隣接する区間の捻り量、すなわち捻り応力が均一となるようにし、かつ各捻り発生部材による捻り方向を交互とする。

【0029】それゆえ、光ファイバの全長に亘って、複屈折による影響を打消すことができ、熱源や振動源が該光ファイバの巻回されるボビンの一端側と他端側との何れにあっても、測定誤差を小さくすることができ、該測定誤差の振動や温度に対する特性を向上することができる。

【0030】また、請求項2の発明に係る光ファイバ電流センサは、以上のように、請求項1で示すようにして対を成す隣接区間の捻り応力を均一にした上で、さらに各捻り方向の合計長を等しく選ぶ。

【0031】それゆえ、さらに振動や温度に対する測定

誤差の特性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態の光ファイバ電流センサにおける磁界検出部の正面図である。

【図2】図1で示す磁界検出部においてボビンに巻回されている光ファイバを展開して示す図である。

【図3】図1および図2で示す磁界検出部を用いる光ファイバ電流センサの一構成例を示す図である。

【図4】従来技術の光ファイバ電流センサの磁界検出部におけるボビンの軸直角断面図である。

【図5】図4で示す従来技術の磁界検出部の正面図である。

【符号の説明】

10 磁界検出部

12; 24, 25, 27 光ファイバ

13a, 13b; 28a, 28b; 29a, 29b; 30a, 30b コネクタ

14 導体

21 光ファイバ電流センサ

22 送受光部

23 伝送部

26 光源

31 偏光ビームスプリッタ

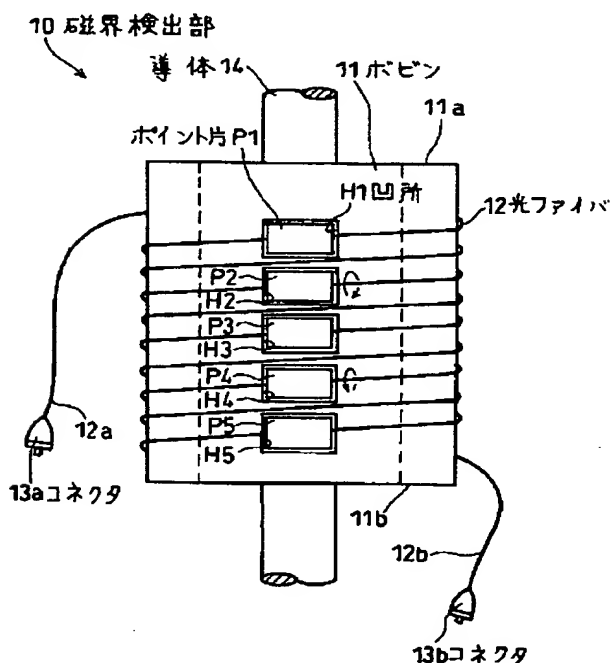
32, 33 受光素子

34 割算器

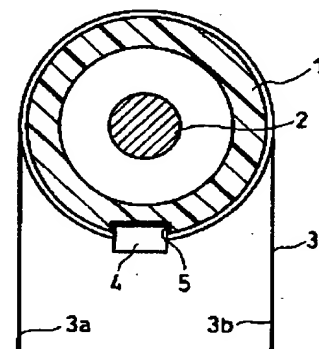
H1~H5 凹所

P1~P5 ポイント片(捻り発生部材)

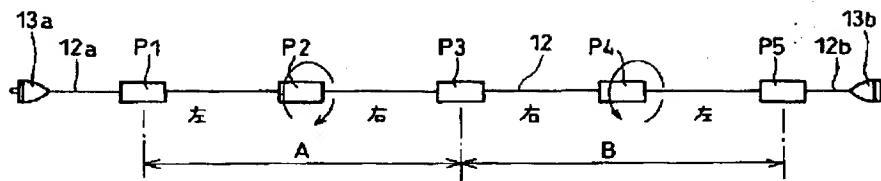
【図1】



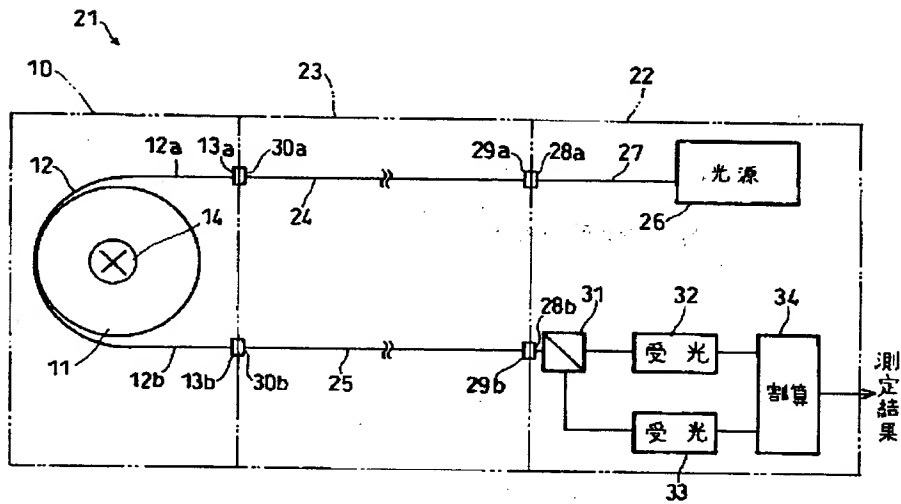
【図4】



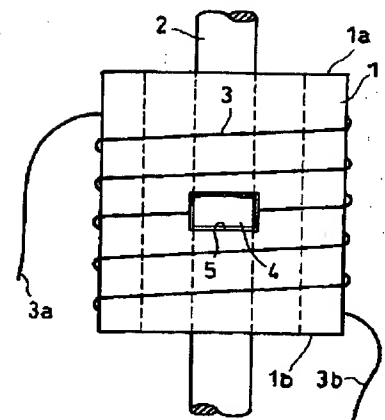
【図2】



【図3】



【図5】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**